

УДК 658.527

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-РАСЧЕТНЫЙ МЕТОД  
ОЦЕНКИ ЗАБРОНЕВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
ТРАВМАТИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ  
НА ПАКЕТ БРОНЕЖИЛЕТА ДЛЯ СОБАК**

**EXPERIMENTAL-CALCULATED METHOD  
FOR EVALUATING THE TRANSBINARY EXPOSURE  
TO TRAUMATIC WEAPONS FOR DOG BODY ARMOR PACKAGE**

*Н.С. МОКЕЕВА, Т.О. БУНЬКОВА, Е.В. АРЧИНОВА, Л.Т. САРТТАРОВА, Ж.Б. БАЙЖАНОВА*  
*N.S. MOKEEVA, T.O. BUNKOVA, E.V. ARCHINOVA, L.T. SARTTAROVA, ZH.B. BAIZHANOVA*

**(Новосибирский технологический институт (филиал)  
Российского государственного университета  
имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),  
Алматинский технологический университет,  
Казахский университет технологии и бизнеса, Республика Казахстан)**

**(Novosibirsk Technological Institute (branch) of Russian State University  
named after A.N. Kosygin (Technology. Design. Art),  
Almaty Technological University,  
Kazakh University of Technology and Business, Republic of Kazakhstan)**

Email: 25lazzat@mail.ru; zhazira79@list.ru

*Рассмотрены проблемы проектирования бронезилета для собак служебных и служебно-розыскных пород. Приведены результаты баллистических испытаний пакета мягкой брони; разработана математическая модель и рассчитана прогнозируемая тяжесть заброневой травмы животного в результате воздействия травматического оружия.*

*Problems of design of body armor for dogs of service and search are considered. The results of ballistic tests of the soft armor package are given; mathematical model has been developed and a predicted tya-hard injury of an animal as a result of exposure to traumatic weapons has been calculated.*

**Ключевые слова:** бронежилет для собак служебных пород, пакет мягкой брони, баллистические испытания, математическая модель, тяжесть заброневаемой травмы.

**Keywords:** body armor for dogs of service breeds, package of soft armor, ballistic tests, mathematical model, severity of barbed injury.

По данным Главного информационно-аналитического центра МВД РФ (ГИЦ МВД РФ) в 2014 г. зарегистрировано 7281 преступление с использованием оружия. Из них 4863 с использованием огнестрельного, газового оружия, боеприпасов, взрывчатых веществ и взрывных устройств. В 2015 г. зарегистрировано 6939 преступлений с использованием оружия, из них 5431 с использованием огнестрельного, газового оружия, боеприпасов, взрывчатых веществ и взрывных устройств. В 2016 г. зарегистрировано 6031 преступление с использованием оружия, из них 4992 с использованием огнестрельного, газового оружия, боеприпасов, взрывчатых веществ и взрывных устройств. В 2017 г. зарегистрировано 5434 преступления с использованием оружия, из них 4717 с использованием огнестрельного, газового оружия, боеприпасов, взрывчатых веществ и взрывных устройств. В 2018 г. зарегистрировано 6003 преступления с использованием оружия, из них 4299 с использованием огнестрельного, газового оружия, боеприпасов, взрывчатых веществ и взрывных устройств [1]. На рис. 1 (данные МВД России о количестве зарегистрированных преступлений в 2014-2018 гг.) приведена статистика преступлений.

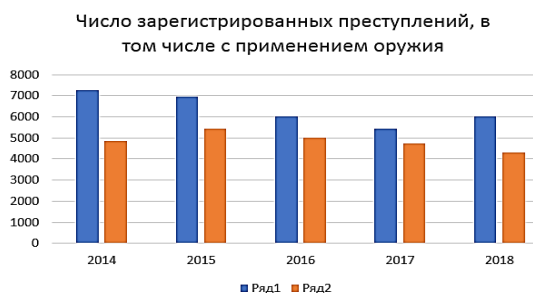


Рис. 1

Анализ статистических данных позволяет говорить о том, что из массы преступлений с использованием оружия доля использования огнестрельного оружия в промежутке с 2014 по 2018 гг. существенно не меняется и колеблется в пределах от 4300...5400 преступлений в год, что составляет в среднем 77% от общей массы преступлений, совершенных с использованием оружия. Эти данные могут говорить о том, что вопросы по разработке эффективных средств индивидуальной защиты сотрудников МВД и других силовых ведомств по-прежнему актуальны.

В настоящее время средствами индивидуальной защиты обеспечиваются не только люди, но и служебные собаки. Основным элементом средств индивидуальной защиты является бронежилет. Его задача – обеспечивать защиту жизненно важных органов от поражения холодным оружием, пулями, огнестрельного оружия, осколками снарядов, мин, гранат и т.п., заброневаемой контузионной травмы и механических повреждений. Повышение уровня преступности, растущая террористическая угроза делают собак служебных и служебно-розыскных пород незаменимыми помощниками силовых структур МВД в наши дни [2].

Консультации со специалистами ветеринарных служб МВД позволяют сделать заключение, что в последнее время увеличилось число травм служебных собак от оружия нелетального (травматического действия). Следует отметить, что данный вид оружия вообще не рассматривается при разработке средств индивидуальной защиты как для человека, так и для собак, испытания на стойкость к воздействию этого вида оружия

нормативно-технической документацией не регламентируются [3].

В исследовании, проводимом на кафедре технологии и конструирования швейных изделий НТИ (филиала) РГУ им. А.Н. Косыгина, изучены и проанализированы поражающие факторы, локализация и характер поражений оружием травматического действия.

Пакет мягкой брони из 24 слоев отстреливался в определенной последовательности – три выстрела по углам треугольника, четвертый выстрел – центральный, дистанция обстрела 3 м. С учетом скорости пули, в зависимости от модели травматического оружия, кинетическая энергия травматических элементов колеблется от 30 до 200 Дж, а в некоторых случаях до 400 Дж.

Сравнительно высокую баллистическую стойкость пакета бронезащиты можно получить тогда, когда потенциальная энергия пули расходуется на деформацию слоев пакета материалов. В то же время большая де-

формация систем нитей друг относительно друга нежелательна, это может привести к значительной заброневаемой травме. Именно поэтому оценка результатов испытаний пакета бронезащиты для служебных собак на пулепробиваемость является очень важной и кропотливой задачей. Деформация самой пули также забирает на себя часть разрушающей энергии.

Для проведения испытаний отобраны два вида "нелетального" оружия, чаще всего используемые на территории России и вызывающие наиболее тяжелые характерные травмы – Гроза-021 и Оса-ПБ-4.

Технические характеристики оружия травматического действия представлены в табл. 1. Рассмотрев технические характеристики оружия травматического действия, отмечается разная начальная скорость пули, разные калибры, а также масса пули. У пистолета типа Оса-ПБ-4 масса пули в 18 раз больше, чем у пистолета типа Гроза-021.

Т а б л и ц а 1

Наименование	Начальная скорость пули, м/с	Масса пули, г	Калибр ствола, мм	Энергия пули, Дж
Гроза - 021	400	0,65	9	91
Оса-ПБ-4	300	12	18	85

Рассматриваемое оружие обладает разным останавливающим эффектом. Несмотря на то, что энергия пули практически постоянна, наиболее важную роль играют калибр пистолета и масса пули.

Для пистолета типа Гроза-021, калибр 9 мм, характерен проникающий останавливающий эффект, а именно поражение мягких тканей. Пистолет травматического действия типа Гроза-021 и его патроны калибра 9 мм после выстрела представлены на рис. 2.



Рис. 2

Пистолет типа Оса-ПБ-4 с калибром 18 мм обладает самым мощным останавливающим эффектом. Чаще всего это скрытые внутренние поражения, а именно переломы, разрывы внутренних органов и внутренние кровотечения. Пистолет травматического действия типа Оса-ПБ-4 и его патроны калибра 18 мм после выстрела, представлены на рис. 3.



Рис. 3

На рис. 4 и 5 представлены диаграммы Парето, позволяющие наглядно оценить характер и степень повреждения слоев пакетов (рис. 4 – состояние пакета материалов бронезащиты после проведения испытаний оружием травматического действия типа Гроза-021, калибр 9 мм; рис. 5 – состояние пакета материалов бронезащиты после проведения испытаний оружием травматического действия типа Оса ПБ-4, калибр 18 мм).

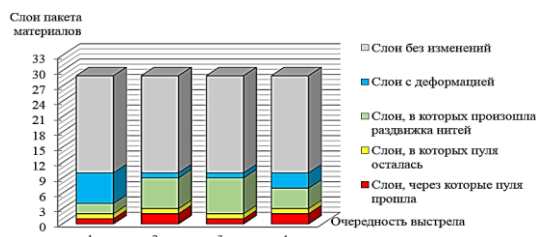


Рис. 4

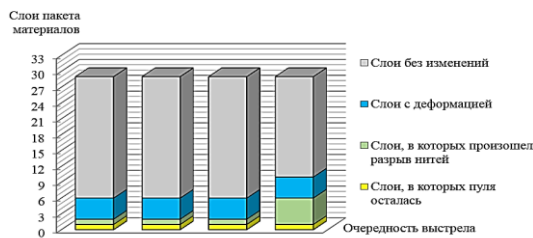


Рис. 5

Таким образом, в ходе проведения испытаний установлено, что исследуемые пакеты мягкой брони обеспечивают баллистическую защиту от оружия травматического действия, следовательно, пакет мягкой брони из 24 слоев позволяет обеспечить защиту от проникающего воздействия [4].

В медицинской практике существует такое понятие, как биологические критерии безопасного исхода заброневого контузионной травмы. В момент соприкосновения пули или осколка с бронепластиной возникает мощный удар, часть энергии которого передается внутренним органам, находящимся за преградой. При этом серьезные и нередко смертельные поражения наблюдаются даже при отсутствии пробития защитных слоев пакета бронезиления.

При проникании пули в слои бронезиления часть ее энергии уходит в неупругое столкновение с поверхностью бронезиления.

Конкретный механизм зависит от конструкции и материала бронезиления. Энергия может тратиться на деформацию стальной или керамической пластины, либо на растяжение или разрыв арамидных или полиэтиленовых волокон. Приведем расчет центрального удара. При неупругом ударе всегда строго выполняется закон сохранения импульса:

$$mV_0 = (m + M)V_1, \quad (1)$$

где  $m$  – масса пули;  $M$  – масса бронезиления;  $V_0$  – скорость пули перед соприкосновением с бронезилением;  $V_1$  – скорость пули после соприкосновения.

Данная формула была бы верна, если бы бронезиление представлял собой жесткую и очень прочную пластину, в этом случае при ударе все точки бронезиления двигались с одной скоростью, равной пуле. Но в рассматриваемом случае бронезиление представляет собой мягкую конструкцию с некоторым возникающим поверхностным натяжением. В момент удара пуля соприкасается только с маленькой частью бронезиления, затем, за счет натяжения, вовлекает все больший объем материала. Схематичное изображение описанного процесса представлено на рис. 6 (схема удара пули о мягкую броню).

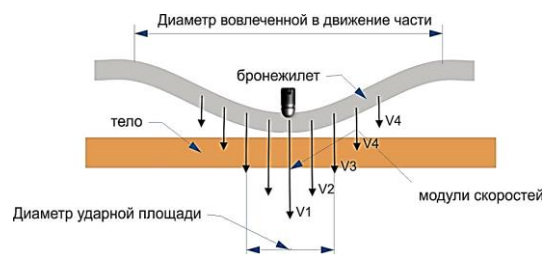


Рис. 6

По мере вовлечения частей бронезиления в движение в закон сохранения импульса будет входить все большая масса бронезиления, и скорость пули будет уменьшаться, а скорость крайних участков увеличиваться, пока не сравняется со скоростью пули. Но удар о тело произойдет раньше, чем будут вовлечены в движение все части бронезиления.

Можно считать, что в момент удара скорость каждой точки бронезиления распреде-

лена симметрично относительно пули и зависит от расстояния до пули. Поэтому следующий шаг – необходимость расчета поверхностной плотности получаемой энергии:

$$e = \frac{E_{уд}}{S_{уд}}, \quad (2)$$

где  $E_{уд}$  – энергия части бронежилета, на которую пришелся удар;  $S_{уд}$  – площадь удара.

В свою очередь, площадь удара и энергия от удара вычисляются по формулам (3) и (4) соответственно:

$$S_{уд} = \pi R_{уд}^2, \quad (3)$$

где  $R_{уд}$  – радиус площади удара, который можно получить путем измерения радиуса вмятины:

$$E_{уд} = \int_0^{R_{уд}} \frac{V^2(r)}{2} 2\pi r \rho dr, \quad (4)$$

где  $r$  – расстояние от рассматриваемой точки до центра удара;  $V(r)$  – скорость точки бронежилета, удаленной от пули на расстояние  $r$ ;  $\rho$  – поверхностная плотность бронежилета.

Деформированная часть пакета материалов бронежилета после выстрела в него по форме напоминает картину распространения волн на поверхности воды после броска камня, как на рис. 7 (деформация на поверхности воды и пакета материалов бронежилета).



Рис. 7

Расчет удара пули целесообразно выполнять для центральной точки, так как картина угловых точек несимметрична, и расчеты проблематично осуществить. К сожалению, точно определить распределение скорости различных точек бронежилета не представляется возможным. Поэтому целе-

сообразно принять упрощение. Таким образом, принято решение, что скорость точек бронежилета убывает по синусоиде по мере удаления от центра удара, то есть точки соприкосновения бронежилета и пули. Основанием для этого предположения является визуальный осмотр последних слоев пакетов бронежилета.

Исходя из того, что при пробитии пулей бронепанели в центре скорость максимальная, а на краях – нулевая, получена тригонометрическая функция, определяющая распределение скорости точек бронепанели в зависимости от расстояния до центра. Пока пуля будет пробивать бронежилет и приближаться к телу собаки, от центра удара будет распространяться волна, вовлекающая бронежилет в движение.

Получена формула распространения продольной волны в бронежилете и произведен расчет.

Разработана математическая модель, описывающая процесс взаимодействия поражающего элемента с бронежилетом, где конечным этапом является расчет плотности энергии, получаемой бронежилетом во время удара:

$$e = \frac{E_{уд}}{\pi R_{уд}^2}. \quad (5)$$

Это позволяет определить характер заброневое воздействие поражающего элемента при непробитии защитной структуры бронежилета. В результате расчетов поверхностная плотность энергии удара составила для Грозы-021 1,83 Дж/см<sup>2</sup>, для Осы-ПБ-4 4,06 Дж/см<sup>2</sup>.

Считается, что плотность энергии удара более 8 Дж/см<sup>2</sup> наносит травмы средней тяжести при попадании в туловище собаки. А при попадании в шею – наносит тяжелые травмы, которые приводят к инвалидности, а иногда и к смерти собаки. В нашем случае расчетная плотность энергии на порядок меньше. В связи с этим можно предполагать, что прямой удар не нанесет серьезных повреждений собаке, и она останется невредима. Полученные расчеты приблизительно выразили скорость точек бронежилета в зависимости от расстояния до пули, предположив синусоидальную зависимость



с максимальной скоростью пули и с нулевой скоростью края. Расчеты выполнены с примерным подсчетом времени между соприкосновением пули с бронежилетом и ударом по телу. Также примерно оценивали расстояние, равное толщине пакета материалов, усреднив при этом скорость. Площадь удара получена путем измерения вдавленной площади в последнем слое пакета после окончания проведения испытаний.

Проведенные испытания показали, что демпферный слой не разрушается, визуально сложно определить площадь удара из-за упругих свойств материала демпферного слоя (это является темой для дальнейших исследований).

## ВЫВОДЫ

Таким образом, разработана и реализована математическая модель расчета величины заброневого контузионной травмы, возникающей при использовании нелетального оружия типа Оса-ПБ-4 и Гроза-021. Проведенные испытания сформированного пакета мягкой брони на устойчивость к воздействию оружия травматического действия показали, что условие непробития сформированного пакета мягкой брони соблюдается. С учетом полученных данных можно говорить о том, что пакет мягкой брони обеспечивает защиту от воздействия травматического оружия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Статистика и аналитика. Состояние преступности [Электронный ресурс]//<https://мвд.рф /Deljatelnost/statistics>

2. Бунькова Т.О., Арчинова Е.В. Проблемы повышения качества пакета материалов бронеодежды

для собак // Сб. Мат. Междунар. науч.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2015). – М.: МГУДТ, 2015. С. 68...71.

3. Арчинова Е.В., Мокеева Н.С., Бунькова Т.О., Жилисбаева Р.О. Оценка эксплуатационной надежности бронежилета для собак служебно-розыскных пород // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 5. С. 69...72.

4. Арчинова Е.В., Бунькова Т.О. Средства защиты для собак служебных и служебно-розыскных пород. Этапы разработки // Мат. II Всерос. науч.-практ. конф.: Инновации и современные технологии в индустрии моды. – Новосибирск: Российский гос. ун-т им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Новосибирский технол. ин-т (филиал), 2018. С. 160...162.

## REFERENCES

1. Statistika i analitika. Sostoyanie prestupnosti [Elektronnyy resurs]//<https://mvd.rf /Deljatelnost/statistics>

2. Bun'kova T.O., Archinova E.V. Problemy povysheniya kachestva paketa materialov broneodezhdy dlya sobak // Sb. Mat. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (INNOVATsII-2015). – М.: MGUDT, 2015. S. 68...71.

3. Archinova E.V., Mokeeva N.S., Bun'kova T.O., Zhilisbaeva R.O. Otsenka ekspluatatsionnoy nadezhnosti bronezhileta dlya sobak sluzhebno-rozysknykh porod // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2017, № 5. S. 69...72.

4. Archinova E.V., Bun'kova T.O. Sredstva zashchity dlya sobak sluzhebnykh i sluzhebno-rozysknykh porod. Etapy razrabotki // Mat. II Vseros. nauch.-prakt. konf.: Innovatsii i sovremennyye tekhnologii v industrii mody. – Novosibirsk: Rossiyskiy gos. un-t im. A.N. Kosygina (Tekhnologii. Dizayn. Iskustvo), Novosibirskiy tekhnol. in-t (filial), 2018. S. 160...162.

Рекомендована отделом организации научной работы АТУ. Поступила 01.04.19.

